

冶金工程虚拟实验平台 操作手册



2016年10月 第一版

北京金恒博远科技股份有限公司

目录

1 编写目的	1
2 系统的功能设计	2
2.1 登录	2
2.2 退出	2
2.3 教师操作说明	3
2.3.1 安全教育考试规则设置	3
2.3.2 上传管理	4
2.3.3 用户管理	4
2.3.4 班级管理	5
2.3.5 院系管理	5
2.3.6 成绩管理	6
2.4 学生操作说明	6
2.4.1 安全教育	6
2.4.2 虚拟实验	8
3 虚拟实验平台技术参数	15

1 编写目的

为了帮助学生及教师尽快熟练掌握《冶金工程虚拟实验平台》的操作方法，缩短软件学习培训时间，特编写了本《冶金工程虚拟实验平台操作手册》。手册尽可能详尽表述了界面和软件的操作要点及操作规则。

后期维护人员可以参考此文档，使用冶金工程虚拟实验平台系统的人员也可以查看此文档。

2 系统的功能设计

2.1 登录

从用户的角度来说，本平台共设教师和学生两类用户。用户选择自己的角色输入分别登入系统。登录界面见图 1 所示：



图 1 虚拟实验平台登录界面

2.2 退出

在用户中心，点击“退出系统”按钮，即可退出界面。退出系统界面见图 2~3：



图 2 虚拟实验平台退出界面



图 3 虚拟实验平台退出界面

2.3 教师操作说明

教师的用户名：admin；密码：123456。教师用户主要实现管理功能，可进入的 6 个功能模块，包括：1、安全教育考试规则设置；2、上传管理；3、用户管理；4、班级管理；5、院系管理；6、学生成绩查看。具体如下：

2.3.1 安全教育考试规则设置

教师需要输入权限密码方可进入此操作界面。教师在此界面可以设置安全教育考试的各项参数，包括限时设置、合格分数设置以及单选、多选、判断的题数和分值。考试规则界面见图 4：



图 4 考试规则

2.3.2 上传管理

教师需要输入权限密码方可进入此操作界面。该界面包括用户名单上传、安全教育考试试题库上传。教师需要按照既定的格式，将已经编辑好的 excel 文档中保存的学生信息或者安全教育考试试题信息上传到平台系统中。上传管理界面见图 5：



图 5 上传管理

2.3.3 用户管理

教师可在此界面对所有学生进行管理（增、删、改、查）。每名学生的登录帐号具有唯一性，默认为学生学号，用户的默认初始密码：123456。若学生忘记密码，教师可在此界面对该学生进行密码重置，重置后密码恢复为默认初始密码。用户管理界面见图 6：



图 6 用户管理

2.3.4 班级管理

教师可在此界面对平台系统内所有院系下属的班级进行管理（增、删、改、查）。班级管理界面见图 7：



图 7 考试成绩

2.3.5 院系管理

教师可在此界面对平台系统内所有院系进行管理（增、删、改、查）。院系管理界面见图 8：



图 8 院系管理

2.3.6 成绩管理

教师可以对所有学生的成绩进行查询（包括安全教育考试和所有的虚拟实验），教师可以输入院系、班级、批次（默认学生名单上传一次为一个批次，每学期开课教师上传学生名单，批次自动增加。若一个批次内，学生需要增删或者修改，教师可在用户管理页面进行相关操作，无需重复上传学生名单）、科目作为查询条件，科目不可为空。查询结果中教师可点击“查看试卷”来查看各次考试的详细试卷内容。成绩管理界面见图 9：



图 9 用户管理

2.4 学生操作说明

学生的登录账号即学生的学号，具有唯一性。默认的初始密码是：123456。学生可进入的功能模块有：1.安全教育； 2.虚拟实验；3.查看个人成绩。

2.4.1 安全教育

学生登录后，先进行安全教育（安全考核）后方可进入虚拟实验室进行实验。界面见图 10，每个学生可以参加两次安全教育考试，并且保存 2 次考试成绩，取最高成绩作为考试成绩。安全教育考试通过后方可进行虚拟实验考试。学生两次安全考试均不合格时，由教师设置补考，补考设置一次，学生有两次补考机会。安全教育考试为计时考试，到达规定时间平台自动提交试卷。



图 10 学生进入实验平台界面

安全考核题型分为单选题、多选题和判断题。试卷题量、单道题目分数以及合格分数由教师在“考试规则”中进行设定。考试成绩以及卷面可保存于数据库中。图 11 为学生进行安全考试的界面，图 12 为考试完毕后查看成绩及卷面。



图 11 安全考核界面



图 12 成绩查询及考试卷面

2.4.2 虚拟实验

安全考核合格后学生进入虚拟实验平台，选择相应实验后可进行对应实验的操作。进入界面见图 13：



图 13 实验列表

单个虚拟实验分为实验目的、实验原理、实验设备、操作练习、实验考核五大模块，实验目的、实验原理以及实验设备属于实验前的预习。主界面如图 14 所示：



图 14 实验主界面

(1) 界面介绍

进入虚拟实验界面键盘鼠标的说明：手动漫游时，可使用键盘键 A、D、W、S，其中 A 为左移自由行走，D 为右移自由行走，W 表示前进，S 表示后退，或

者使用键盘键上的方向键前进、后退、左移、右移自由行走。手动漫游时按住鼠标左键为选择确定键，按住鼠标右键可以各个方向旋转，不同视角观看实验室场景，按住鼠标滑轮可以实现镜头缩放。点击“菜单”，弹出菜单选项，再次点击菜单，菜单选项收回。如图 15 所示：

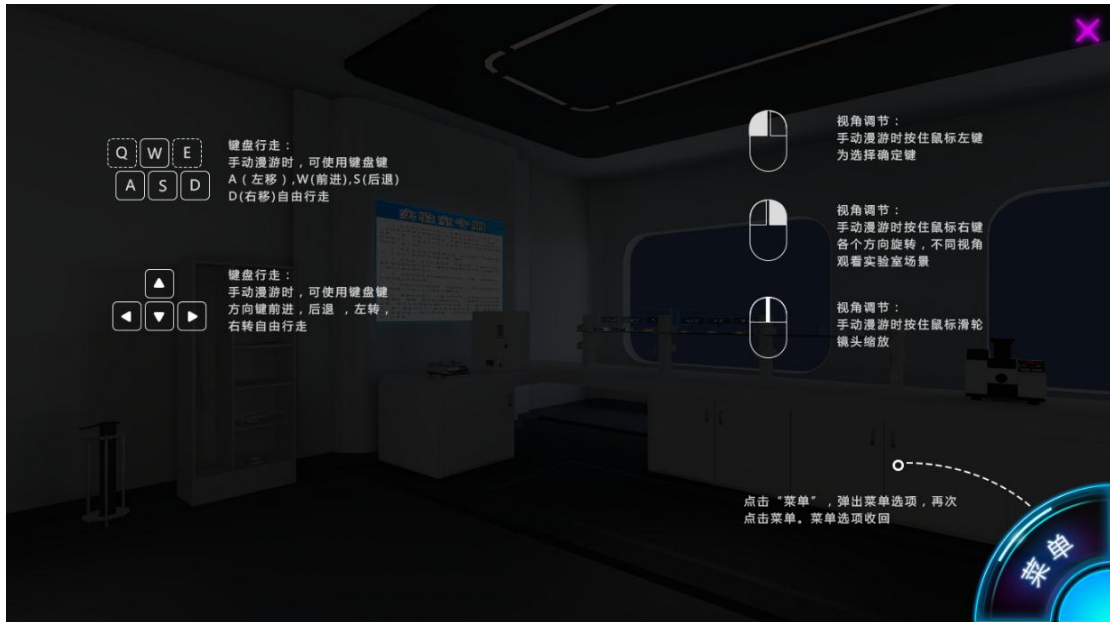


图 15 键盘鼠标使用说明界面

(2) 实验目的

实验目的采用文字形式描述实验与实际生产现场的关系，使学生初步了解本实验涉及的背景知识，见图 16 所示：

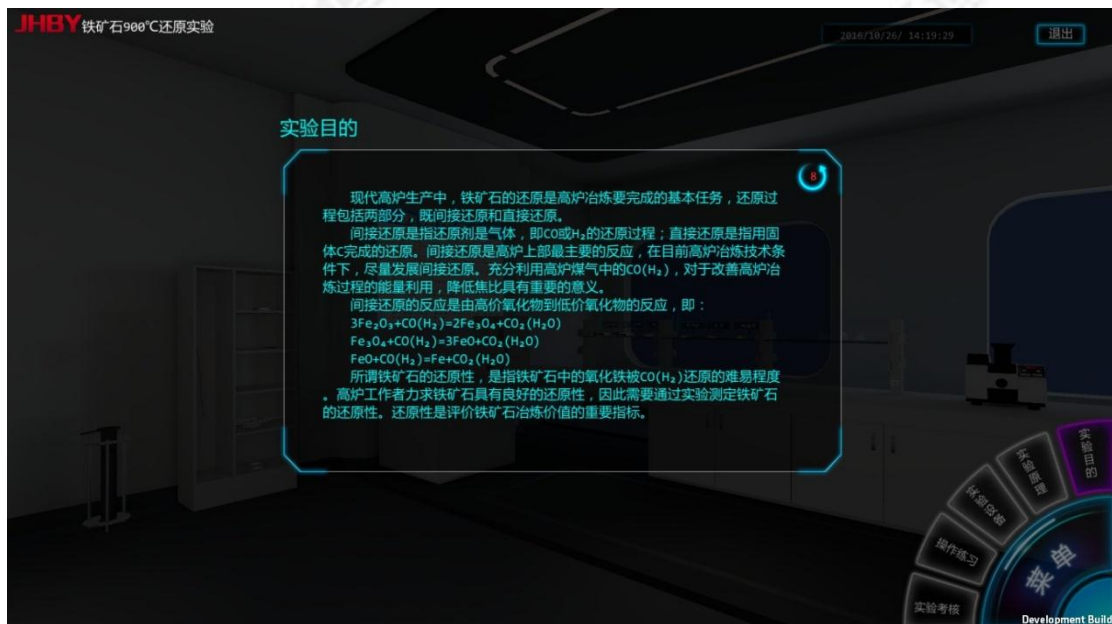


图 16 实验目的

(3) 实验原理

实验原理采用文字及原理动画等，详细展示实验机理和过程。见图 17~18 所示：

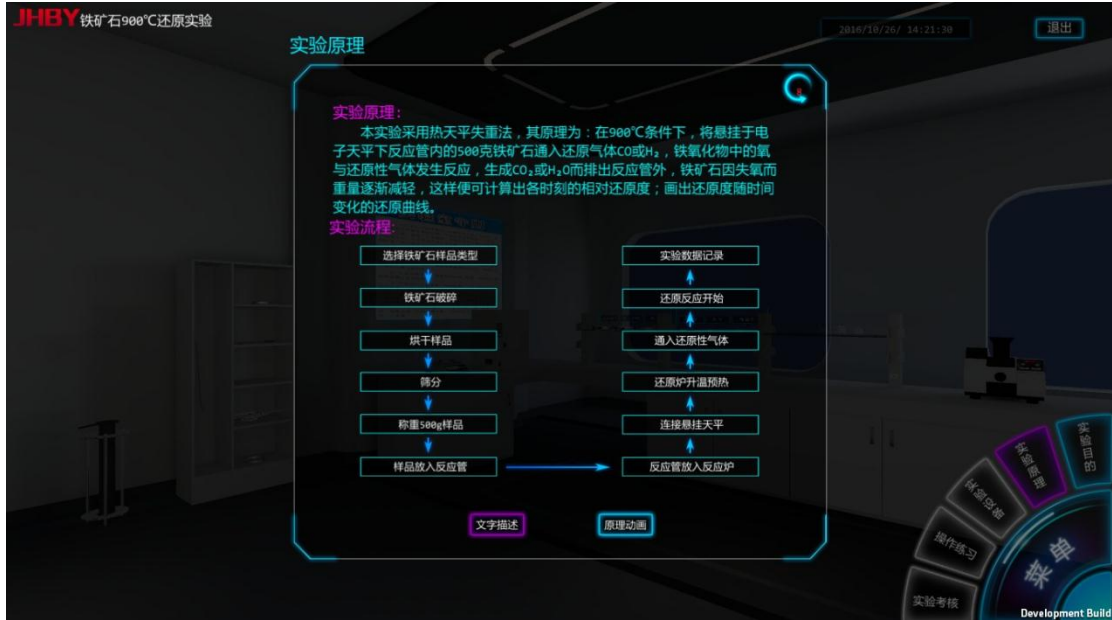


图 17 实验原理（文字）

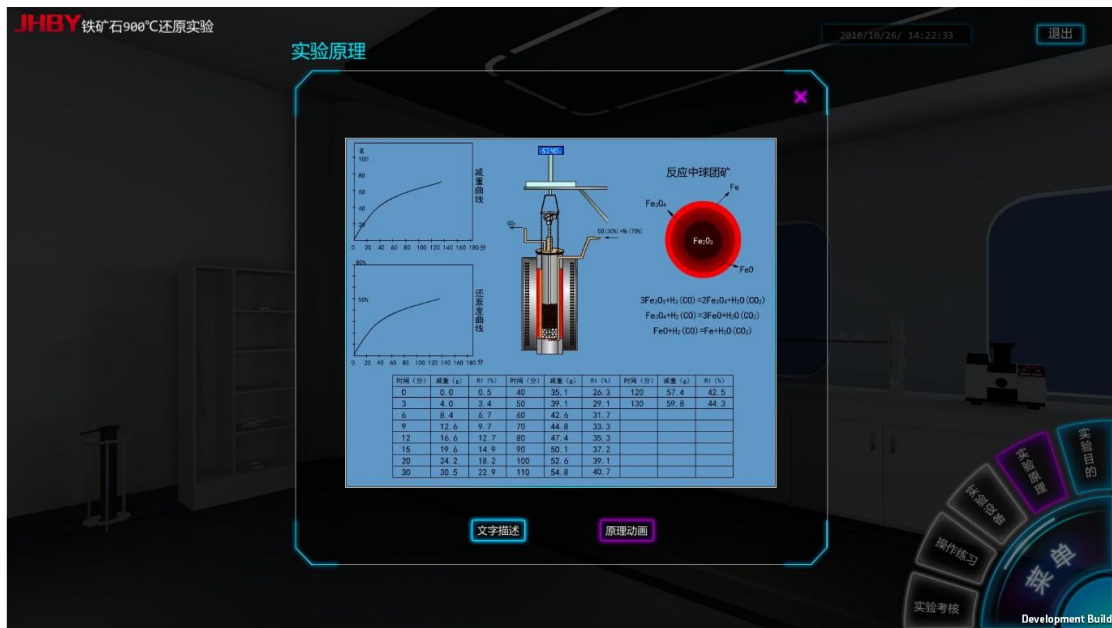


图 18 实验原理动画

(4) 实验设备

实验设备包含实验中涉及到的所有实验设备。各设备可旋转缩放，重要设备采用剖视图和拆装图等方式显示设备结构，实验设备的功能及重要参数采用文字进行描述。见图 19 所示：



图 19 实验设备

(5) 操作练习

操作练习通过操作提示文字和设备“高亮”的形式对相应的动作进行人机界面操作，提示学生完成整个实验，操作练习模块学生的实验操作记录可以保存于数据库中供查询和书写实验报告。操作练习界面见图 20~22 所示：



图 20 操作练习界面

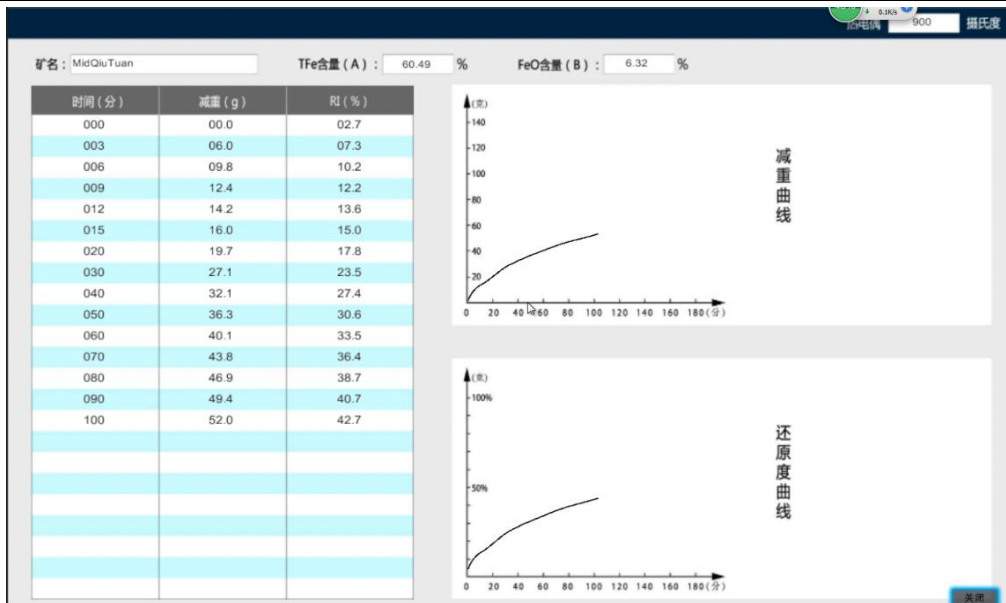


图 21 操作练习——实验结果

操作记录		
日期	时间	描述
2016/09/08	09:08	选择的矿石是：烧结矿。
2016/09/08	09:08	选择烘干箱并将样品放入烘干箱。
2016/09/08	09:08	将烘干箱烘干温度设定为105度，时间
2016/09/08	09:09	从烘干箱中取出样品。
2016/09/08	09:09	选择粉碎仪。
2016/09/08	09:09	将粉碎仪调节至11.0的粒度。
2016/09/08	09:10	从粉碎仪中取出粒度为11.0mm的样品

图 22 操作练习——操作记录

(6) 实验考核

在实验考核模块，对操作的设备没有“高亮”和文字提示，学生可以在虚拟实验场景中自由进行实验，系统设置有关参数设置、实验流程以及实验分析与计算等考核点，通过实验考核了解学生对实验的掌握程度。界面会出现剩余时间的提示，操作结束后，会弹出操作记录框，通过鼠标点击滚动条可以上下滚动查看操作记录，点击关闭，红色描述文字部分为扣分项，最下面显示得分。实验考核模块的操作记录、实验结果、考核扣分项、考核分数均可保存于数据库中。实验考核界面见图 23~25：

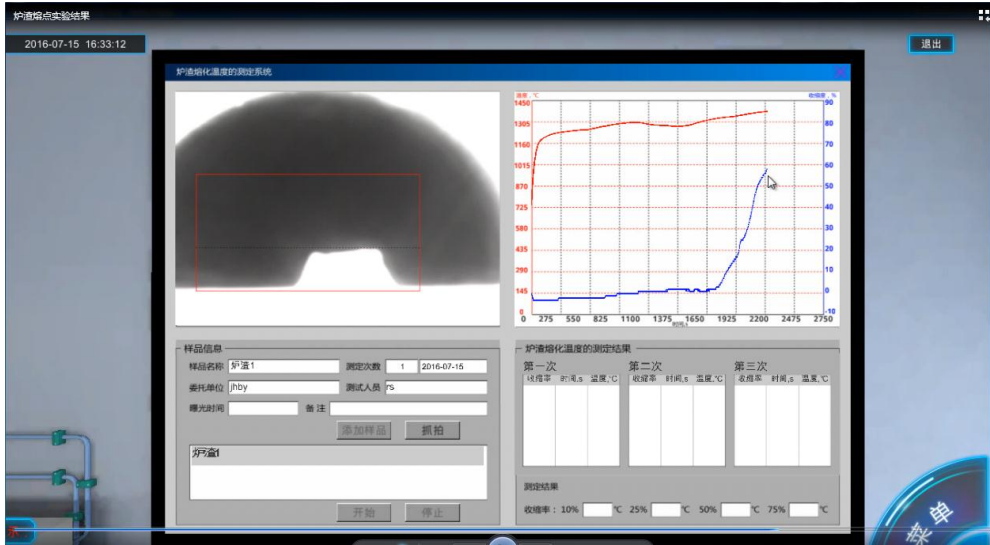


图 23 操作考核-实验结果

操作记录

日期	时间	描述
2016/09/01	01:20:56	浏览整个视场,找出夹杂物最多视场,进行夹杂物类型、数量和尺寸的统计。
2016/09/01	01:21:37	拉出“光路切换推拉杆”,由明场切换至暗场观察夹杂物。
2016/09/01	01:22:24	推入“光路切换推拉杆”,由暗场切换至明场观察夹杂物。
2016/09/01	01:22:43	装入起偏镜。
2016/09/01	01:22:51	开启起偏镜。
2016/09/01	01:23:08	观察偏振光下夹杂物的变化。
2016/09/01	01:23:21	将试样取出,完成金相鉴定。

保存 关闭

图 24 实验考核-操作记录

扣分项	分数
开启预磨冷却水	2
砂纸顺序正确并且制样工序完整	5
开启抛光冷却水	2
正确进行试样抛光	2
完整进行冲洗样品	3
按照正确的顺序制作金相样品载玻片	5
明场像观察 完成聚焦（粗调+微调），更换低高倍镜，调节亮度	5
夹杂物评级	6
暗场像观察1 由明场转暗场观察	5
暗场像观察2 根据暗场像的夹杂物表现正确判断夹杂物类型	3
偏振光观察1 由暗场转偏振光观察	5
偏振光观察2 根据偏振光像的夹杂物表现正确判断夹杂物类型	5
合计	-4
总得分	96
评价	优秀

关闭

图 25 实验考核-考核成绩与扣分项

3 虚拟实验平台技术参数

本平台已开发的实验共有 18 个，其中粉体综合实验包含 5 个粉体实验。实验主要以冶金专业实验为主，也包含材料类（轧钢）以及有色（电解铝和锌电解）实验。各实验的详细内容及技术参数见下表。

序号	名称	规格及技术参数
1	900℃铁矿石还原性测定	<p>JHBY-LAB-KHY</p> <p>(1) 实验方法为《铁矿石的还原性测定方法》GB/T13241-91 标准方法，虚拟操作可以执行实验步骤中的每一步；</p> <p>(2) 采用文字及动画形式表现实验原理；</p> <p>(3) 实验设备介绍包含还原炉、反应管、烘干箱、破碎仪、矿石标准筛等实验设备的三维模型及功能描述；</p> <p>(4) 进行实验的铁矿石包括烧结矿、球团矿和天然块矿，同一铁矿石进行实验时，实验结果有所差异；</p> <p>(5) 可以测定烧结矿、球团矿和天然块矿的随时间的减重数据以及还原度曲线。</p>
2	500℃铁矿石低温粉化性能测定	<p>JHBY-LAB-KFH</p> <p>(1) 实验方法采用《铁矿石低温粉化试验静态还原后使用冷转鼓方 GB/T13242-91 标准方法，虚拟操作可以执行实验步骤中的每一步；</p> <p>(2) 实验设备介绍包含还原炉、反应管、转鼓装置、烘干箱、矿石标准筛等实验设备的三维模型及功能描述；</p> <p>(3) 进行实验的铁矿石包括烧结矿、球团矿和天然块矿，同一铁矿石进行实验时，实验结果有所差异；</p> <p>(4) 可以测定烧结矿、球团矿和天然块矿的低温还原粉化指数；</p> <p>(5) 低温还原粉化指数包括 $RDI_{+6.3}$、$RDI_{+3.15}$、$RDI_{0.5}$。</p>
3	铁矿石软化性能测定	<p>JHBY-LAB-KRH</p> <p>(1) 进行实验的铁矿石包括烧结矿、球团矿和天然块矿，同一铁矿石进行实验时，实验结果有所差异；</p> <p>(2) 实验设备介绍包含颚式破碎机、软化炉、温控仪、位移传感器等实验设备的三维模型及功能描述；</p>

		<p>(3) 实验可测定和记录开始软化温度（还原条件下由热膨胀到开始收缩 4%时的温度）及软化终了温度（样品剧烈收缩 40%时的温度），计算软化温度区间；</p> <p>(4) 可得出铁矿石荷重软化曲线。</p>
4	粉体综合性能实验	<p>JHBY-LAB-FT</p> <p>(1) 粉体综合实验包含煤粉的爆炸性测定、煤粉着火点测定、煤的可磨性指数测定、粉体的粒度分析以及粉体的堆角测定五个实验。</p> <p>(2) 煤粉的爆炸性和着火点测定可进行单一煤种及混合煤种的虚拟实验。通过虚拟效果展现煤粉火焰及着火效果，可进行火焰长度及着火点温度的测定。可模拟煤粉综合性能测定仪中软件部分的操作。</p> <p>(3) 煤的可磨性指数测定采用哈德格罗夫法。能执行实验步骤中的每一步。可进行数据处理，通过计算得出哈德格罗夫可磨性系数。</p> <p>(4) 粉体的粒度分析实验样品包括富矿粉、精矿粉、煤粉、焦粉、石灰石、白云石、生石灰、蛇纹石、菱镁石、膨润土等烧结矿和球团矿制备原料。采用干筛法进行粒度分析。要求不同原料选择不同孔径的标准套筛。筛分过程在标准振荡筛机中进行。实验后得到不同原料的粒度分布数据表及柱状图。</p> <p>(5) 粉体的堆角测定在堆角测定仪中进行，通过旋转角度测量装置测定煤粉及精矿粉的堆角（自然坡度角）。</p>
5	高温综合实验	<p>JHBY-LAB-GW</p> <p>(1) 采用文字的形式表现电阻丝炉的加热原理和热电偶测温原理；</p> <p>(2) 实验设备介绍包括管式电阻炉、热电偶、测温控制柜等试验设备的结构动画以及 3D 模型；</p> <p>(3) 可以充分了解电阻丝炉具体的设计步骤和制作方法；</p> <p>(4) 通过虚拟实验可以掌握高温炉恒温带的测量方法；</p> <p>(5) 恒温带温度和恒温带精度的计算。</p>
6	铁矿粉烧结实验	<p>JHBY-LAB-SJ</p> <p>(1) 实验包含配料计算、配料、一次混料、二次混料、装料、点火、抽风烧结、性能检验及烧结实产质量指标计算全过程。虚拟操作可以执行铁矿粉烧结实验步骤中的每一步；</p>

		<p>(2) 实验设备介绍包含一次混料机、二次混料机、烧结焙烧系统（含间歇式烧结杯、点火器、主抽风机、助燃风机、除尘器等）、煤气、温度与负压记录控制器等实验设备的三维模型及功能描述；烧结焙烧系统采用 3D 拆分形式，展现各设备之间的装配与连接。</p> <p>(3) 烧结矿性能检验包括落下强度检验和转鼓指数检验。</p> <p>(4) 实验可记录烧结实验过程，过程数据包括配料表、烧结实验参数、烧结矿粒度组成、废气温度和负压随时间变化图。</p> <p>(5) 通过实验计算可得出的烧结产质量指标包括：垂直烧结速度、烧损率、成品率、利用系数、转鼓指数。</p>
7	球团矿制备实验	<p>JHBY-LAB-QT</p> <p>(1) 实验设备介绍包含圆盘造球机、球团焙烧装置、湿球落下强度测定装置、弹簧压力机、湿球爆裂温度测量装置、流量温度记录控制器等实验设备的三维模型及功能描述；</p> <p>(2) 按照配比，称量相应的精矿及膨润土，进行混匀，完成该实验配料的所有操作；</p> <p>(3) 模拟将混匀的原料在圆盘造球机中造球的过程，包含母球的形成及球团矿长大阶段的不同操作和实验表现；</p> <p>(4) 生球性能检验：包括湿球落下强度、湿球抗压强度、干球抗压强度及湿球爆裂温度等，模拟操作并给出实验结果；</p> <p>(5) 球团矿焙烧：球团矿的焙烧试验焙烧杯中模拟竖炉焙烧过程，一次虚拟完成球团矿干燥、预热、焙烧、均热及冷却等几个阶段，实验过程数据记录于焙烧参数表中。</p>
8	钢中非金属夹杂物的鉴定	<p>JHBY-LAB-GJ</p> <p>(1) 主要实验装置为金相显微镜和扫描电子显微镜。</p> <p>(2) 通过实验使学生初步掌握金相显微镜和扫描电子显微镜的正确操作方法；</p> <p>(3) 包含金相试样的制备过程；</p> <p>(4) 采用金相显微镜观察铸坯或轧材钢样中非金属夹杂物的形貌、尺寸、分布；</p> <p>(5) 可模拟明场像、暗场像及偏振光操作，不同类型夹杂物在不同成像模式下反应不同的光学特性；</p>

		<p>(6) 实验能够按照国家标准检验钢中非金属夹杂物的含量并进行评级。</p> <p>(7) 可模拟扫描电镜观测实验中样品制备、装样、光镜模式与电镜模式的切换、移动样品台、聚焦、缩放等操作；</p> <p>(8) 可在扫描在二次电子模式下观察钢中非金属夹杂物的形貌及分布；</p> <p>(9) 进行能谱分析，确定钢中非金属夹杂物的化学组成及成分分布。</p>
9	炉渣熔点测定	<p>JHBY-LAB-RD</p> <p>(1) 实验装置为炉渣熔化温度特性测定仪；</p> <p>(2) 通过实验使学生掌握用半球点法的定炉渣熔化温度的原理，了解测定炉渣熔化温度设备的构造，了解不同炉渣的熔化温度；</p> <p>(3) 通过摄像机可以观察熔渣样品在高温炉中的熔化过程；</p> <p>(4) 升温时间、温度以及收缩率之间的关系通过曲线表现；</p> <p>(5) 实验结果包括试样升温速度，开始熔化温度，熔化温度，流动温度。</p>
10	氧化物在炉渣中的熔解动力学实验	<p>JHBY-LAB-RJ</p> <p>(1) 实验装置为二硅化钼高温炉，温度可达 1600℃；</p> <p>(2) 将装在钼杆下端的 Al_2O_3 试样全部浸入石墨坩埚内的熔渣中，有直流电动机带动旋转，以测定不同转速下试样半径随时间的变化率；</p> <p>(3) 实验包含氧化物在炉渣中溶解数学模型；</p> <p>(4) 通过实验使学生掌握测定耐火材料抗熔渣的侵蚀能力、Al_2O_3 在熔渣中的溶解速度以及铸锭保护渣吸收 Al_2O_3 夹杂的速度和能力的方法。使学生了解氧化物在熔渣中的溶解动力学实验的基本原理，掌握实验的基本方法。</p>
11	连铸中间包水模型	<p>JHBY-LAB-ZJB</p> <p>(1) 实验装置为中间包水模型；</p> <p>(2) 通过实验使学生借助流场显示技术和刺激-响应试验技术，找到最佳的中间包控流装置设计；</p> <p>(3) 在中间包流场显示实验中，用红墨水作为显示示踪剂，从中间包入口加入，采用摄影机记录中间包流场的流动状态，以供分析；</p> <p>(4) 在刺激-响应实验中，选择 KCl 作为示踪剂，在中间包入口一次性快速注入一定量的饱和 KCl 溶液，同时在中间包出口用电导率仪测定电导</p>

		<p>率变化，由计算机采集数据，作出 RTD 曲线；</p> <p>(5) 分析停留时间、死区体积等，最后综合分析得出最佳控流装置设计。</p>
12	感应炉炼钢	<p>JHBY-LAB-GYL</p> <p>(1) 通过动画与图形虚拟仿真称量定量的废钢、根据要冶炼的钢种虚拟计算得出脱碳用烧结矿、脱氧用铝粉、铁合金等；</p> <p>(2) 虚拟操作将脱碳用的辅料分批加入炉内进行脱碳，待脱碳完成后，利用真空取样器和定氧仪，取样并测温定氧；</p> <p>(3) 取样、测温完成后，虚拟通电加入铝粉进行脱氧，完成后取样定氧；</p> <p>(4) 称量好的铁合金加入炉内进行合金化虚拟技术得出测温取样结果，并显示出来；</p> <p>(5) 通过可视化技术显示冶炼完毕后钢液成分含量，虚拟计算给出钢水温度；</p> <p>(6) 虚拟操作感应炉出钢和钢包导入钢锭模内，虚拟显示钢锭的变化。</p>
13	凝固过程模拟实验	<p>JHBY-LAB-NG</p> <p>(1) 通过动画与图形虚拟仿真 $\text{NH}_4\text{Cl-H}_2\text{O}$ 溶液模拟钢锭凝固过程；</p> <p>(2) 模拟枝晶从形核到长大再到形成多晶体的过程；</p> <p>(3) 通过改变冷却水的温度观察凝固过程的形貌及分布变化；</p> <p>(4) 通过固相分数分析在不同冷却水温度条件下固相的生成速率。</p>
14	差热分析实验	<p>JHBY-LAB-RFX</p> <p>(1) 通过实验可以了解 TG-DTA 联用热分析仪的原理和试样化学反应过程中热分解温度以及质量变化的测量方法；</p> <p>(2) 实验设备主要为微机差热天平、控制器和电子分析天平，实验设备介绍包括三维模型和功能介绍；</p> <p>(3) 实验中可以测定含不同结晶水的草酸钙样品在加热过程中质量变化及热分解温度，并给出含结晶水和在热分解温度下生成哪种气体的相应计算；</p>

		<p>(4) 实验记录包括气体出口压力和流量、样品质量, 设定 DTA 和 TG 的取值范围、初始温度、终止温度和升温速率, 采样速率等。</p>
15	最大咬入角和摩擦系数测定	<p>JHBY-LAB-YRJ</p> <p>(1) 实验利用抬辊法测定轧制最大咬入角和摩擦系数;</p> <p>(2) 实验在不同条件下进行, 包括不同润滑条件和有无推力, 保证实验的完整性和准确性;</p> <p>(3) 实验通过探索轧件的咬入临界状态, 通过测量轧件轧制前后的厚度, 即可计算出最大咬入角和摩擦系数;</p> <p>(4) 可实现对真实咬入角测定实验的全流程高度仿真, 包括轧件测量、辊缝调整、轧制过程以及数据处理等全部实验步骤;</p> <p>(5) 可实现自动数据处理, 获得符合合理趋势的咬入角、摩擦角、摩擦系数等实验结果;</p> <p>(6) 主要虚拟实验设备和材料包括二辊实验轧机、游标卡尺、矩形铅样、粉笔、润滑油等。</p>
16	轧制前滑系数的测定虚拟实验	<p>JHBY-LAB-QH</p> <p>(1) 实验利用刻痕法测定轧制前滑值和摩擦系数;</p> <p>(2) 实验再润滑轧制和无润滑轧制两种条件下进行, 不同条件下的铅样连续轧制 5 个道次。通过测量每道次轧制前后轧件的厚度和刻痕间距, 即可计算出实验前滑值和摩擦系数;</p> <p>(3) 可实现对真实前滑测定实验的全流程高度仿真, 包括轧件测量、辊缝调整、轧制过程以及数据处理等全部实验步骤;</p> <p>(4) 可实现自动数据处理, 获得符合合理趋势的实验前滑值、理论前滑值、咬入角、摩擦系数等实验结果和曲线;</p> <p>(5) 主要虚拟实验设备和材料包括二辊实验轧机、游标卡尺、钢尺、矩形铅样、润滑油等。</p>
17	铝高温电解工艺实验及分析	<p>JHBY-LAB-DJL</p> <p>(1) 实验装置为二硅化铝高温炉, 温度可达 1600℃。实验电解槽装置为石墨坩埚。</p> <p>(2) 将电解质和铝锭加入到石墨坩埚内中, 将坩埚放入电阻炉内进行加热, 电解质和铝锭溶化后, 通以直流电进行电解, 观察电解反应。</p> <p>(3) 通过实验使学生了解电解过程中槽电压、电流效率、电压效率、电能效率、电能单耗等主要指标的概念及计算方法, 分析影响这些指标的主要工艺因素。使学生了解熔盐电解的实验研</p>

		究方法实验的基本原理,掌握实验的基本方法。
18	硫酸锌电沉积虚拟实验	<p>JHBY-LAB-DCJ</p> <p>(1) 通过实验可以直观地了解配制电解液的方法,了解从硫酸锌的酸溶液中提取金属锌的方法。</p> <p>(2) 实验设备主要为直流电源、电压表、电解杯和电子分析天平,实验设备介绍包括三维模型和功能介绍。</p> <p>(3) 实验记录包括槽电压,阴极与参比电极之间的电压和阳极与参比电极之间的电压等。</p> <p>(4) 实验中通过记录不同时间对应的槽电压以及阴、阳极与参比电极之间的电压之后按照理论公式计算出电流效率、电压效率、电能效率和电能单耗等参数。</p>